



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10255426 A**(43) Date of publication of application: **25.09.98**

(51) Int. Cl.

G11B 21/21
G11B 5/187
G11B 5/60

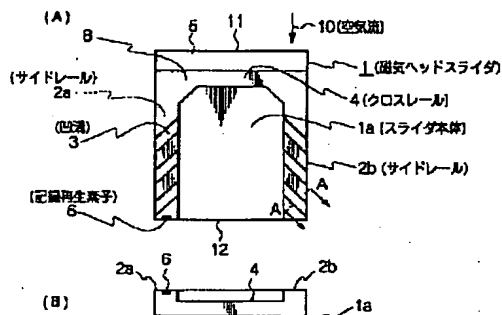
(21) Application number: **09060934**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **14.03.97**(72) Inventor: **AJIKI MASARU**(54) **MAGNETIC HEAD SLIDER**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly reliable magnetic head slider by preventing the failure of a magnetic disk caused by dust.

SOLUTION: This magnetic head slider is provided with the slider main body 1a which carries a specified recording/reproducing element 6 with and wherein the specified air flow 10 is flowed near the one surface and passed through at the operating time, at least a pair of side rails 2a, 2b formed beforehand along the air flow 10 on the one surface of the slider main body 1a, and a cross rail 4 formed between these side rails 2a, 2b each other at the end part 11 of the inflow side of the air flow. In this case, prescribed recessed grooves 3 are formed at some areas of each side rails 2a, 2b, and these recessed grooves on the side rails are formed by the bottom surface almost parallel to one surface of the slider main body and the side wall surface connecting between the surface of the side rails and the bottom surface, and also the angle between the bottom surface and the side wall surface is formed to be $<90^\circ$.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-255426

(43)公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51)Int.Cl.⁸

G 1 1 B 21/21
5/187
5/60

識別記号

1 0 1

F I

G 1 1 B 21/21
5/187
5/60

1 0 1 Q
C
Z

審査請求 有 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-60934

(22)出願日 平成9年(1997) 3月14日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 安食 賢

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

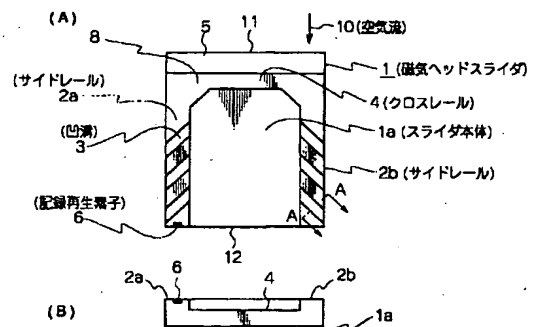
(74)代理人 弁理士 高橋 勇

(54)【発明の名称】 磁気ヘッドスライダ

(57)【要約】

【課題】 塵埃に起因する磁気ディスク装置の不良を防止し、高い信頼性を有する磁気ヘッドスライダを提供すること。

【解決手段】 所定の記録再生素子6を担持すると共に稼働時に一方の面の近傍に所定の空気流10が流入して通過するスライダ本体1aと、このスライダ本体1aの一方の面に空気流10に沿って予め形成した少なくとも一対のサイドレール2a, 2bと、このサイドレール2a, 2bの空気流の流入側端部11の相互間に形成されるクロスレール4とを備えた磁気ヘッドスライダにおいて、各サイドレール2a, 2bの一部領域に所定の凹溝3が形成し、このサイドレールの凹溝を、スライダ本体の一方の面に略平行な底面と、サイドレールの表面と底面間を連結する側壁面とにより形成する共に、底面と側壁面とのなす角が90度未満であること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の記録再生素子を担持すると共に稼働時に所定の空気流が一方の面の近傍を通過するスライダ本体と、このスライダ本体の一方の面に前記空気流に沿って予め形成した少なくとも一対のサイドレールと、これら各サイドレールにおける前記空気流の流入側端部の相互間に形成されるクロスレールとを備えた磁気ヘッドスライダにおいて、

前記各サイドレールの一部領域に所定の凹溝を形成し、この凹溝を、前記スライダ本体の一方の面に略平行な底面と、前記サイドレールの表面と前記底面間を連結する側壁面とにより形成すると共に、前記底面と側壁面とのなす角を90度未満としたことを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項2】 前記サイドレールの凹溝を、サイドレールの長手方向に対して10度ないし60度傾斜した方向に延設したことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項3】 前記凹溝の最小幅を少なくとも10[μm]以上としたことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項4】 前記凹溝におけるサイドレールの表面から底面までの深さを5[nm]ないし50[nm]としたことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項5】 前記サイドレールに形成されている凹溝の開口面積の割合を、前記サイドレール及びクロスレールの全面積の3/5以下としたことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項6】 前記スライダ本体及びサイドレールを、Si、Al₂O₃TiC、SiC、SiN、CaTiO₃のいずれかひとつの材料から構成したことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッドスライダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ヘッドスライダにかかり、特に磁気ディスク装置に用いられるいわゆる負圧型の磁気ヘッドスライダに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、磁気ディスク装置においては情報の記録密度を向上させるために、磁気ヘッドと記録媒体との間の隙間（以下「浮上量」という）の微小化（低浮上量化）が図られている。この場合に、磁気ディスク装置自体の機械的信頼性を確保するためには、磁気ヘッドスライダと記録媒体（磁気ディスク）との接触界面に関わる問題が近年重要となっている。

【0003】磁気ディスク装置の機械的信頼性を劣化させる要因の一つとしては、磁気ヘッドスライダと記録媒体の相互間の空気軸受面（以下「ABS面」という）において、磁気ヘッドスライダと記録媒体との接触摺動に

より発生する摩耗粉（以下「塵埃」という）の影響が挙げられる。

【0004】この塵埃の影響は、磁気ヘッドスライダの低浮上量化に伴い、コンタクトスタートアンドストップ（以下「CSS」という）時だけでなく、トラックアクセス時や定常浮上時においても、磁気ヘッドスライダと記録媒体とが接触摺動する機会が増大するため、より深刻な問題となっている。

【0005】即ち、接触摺動により発生した塵埃が磁気ヘッドスライダのABS面およびその側壁面に付着した場合には、磁気ヘッドスライダの浮上特性が変化し、いわゆるヘッドクラッシュと呼ばれる事態に陥る場合がある。また、塵埃が記録再生素子に付着すると記録媒体に対する記録再生不良が発生する。また、磁気ヘッドスライダと記録媒体との間に塵埃が噛み込まれる場合には、記録媒体または磁気ヘッドスライダ自体の損傷や、磁気ヘッドスライダと記録媒体相互の吸着などにより、磁気ディスク装置が動作不能になる場合がある。

【0006】上記した塵埃の噛み込みや、磁気ディスク装置の停止時における吸着防止を意図した磁気ヘッドスライダとして、特開平4-117680号公報（第1の従来例）に開示されているものがある。これは、機械加工によりスライダレール平面に、スライダレールに対して斜めに溝を形成した磁気ヘッドスライダについての発明である。また、特開平4-67485号公報（第2の従来例）には、ラッピング加工によりサイドレールのABS面に直線上の溝を多数設けた磁気ヘッドスライダが開示されている。

【0007】また、特開平6-208772号公報（第3の従来例）には、磁気ヘッドスライダの空気流の流入側端部のテーパ面（チャンファ面）に、空気流方向と垂直に溝加工を施し、当該溝によって摩耗粉や外部からのダストなどを除去し、磁気ディスク装置のヘッドクラッシュを防止する磁気ヘッドスライダが開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した各従来例にかかる磁気ヘッドスライダには以下のような不都合があった。即ち、第1及び第2の従来例に記載された磁気ヘッドスライダでは、サイドレールに形成された溝の側壁面に塵埃が付着・堆積することである。サイドレールの溝側壁面と溝底面のなす角度はその加工法によりそれぞれ異なるが、概ね90度またはそれ以上となる。この溝側壁面と溝底面とのなす角度が大きいほど、塵埃は側壁面に付着・堆積しやすく、この溝側壁面への塵埃の付着および堆積は、ヘッドクラッシュを引き起こす可能性を増大させる。

【0009】その理由は、溝側壁面に付着した塵埃がABS面に露出し、磁気ヘッドスライダの浮上特性を悪化させるためである。また、堆積した塵埃塊が磁気ヘッド

スライダと記録媒体の相互間に噛み込まれやすくなるためである。

【0010】また、第3の従来例に記載された構造の磁気ヘッドスライダは、高記録密度用の低浮上量型の磁気ヘッドスライダとしては適さないことである。即ち、当該磁気ヘッドスライダは、記録媒体から発生した塵埃をテーパ部の溝部に取り込み、適当な大きさの塵埃塊として磁気ディスク上に落下させるように動作するものである。しかしながら、近年の磁気ディスク装置では、浮上量が0.1[μm]またはそれ以下の低浮上量の磁気ヘッドスライダが利用されているため、記録媒体上の塵埃塊はヘッドクラッシュの大きな要因となるためである。

【0011】更に、第3の従来例に記載された磁気ヘッドスライダの構造は、低浮上量の負圧型スライダに適用できないことである。即ち、高記録密度化を意図した低浮上量磁気ヘッドスライダでは、従来機械加工によってテーパまたはチャンファ加工されていた磁気ヘッドスライダに対して、より加工精度の高いイオンミリングなどの加工手段が利用されているからである。このため、当該従来技術に記載されたテーパ部分への溝加工は有効とならない。

【0012】上記のように、各従来例にかかる磁気ヘッドスライダは、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの接触摺動に伴い発生する塵埃によるヘッドクラッシュを回避するための対策が十分ではなかった。

【0013】

【発明の目的】本発明は上記した各従来例の有する不都合を改善し、特に塵埃に起因する磁気ディスク装置の不良を防止し、高い信頼性を有する磁気ヘッドスライダを提供することを、その目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、請求項1記載の発明では、所定の記録再生素子を担持すると共に稼働時に所定の空気流が一方の面の近傍を通過するスライダ本体と、このスライダ本体の一方の面に空気流に沿って予め形成した少なくとも一対のサイドレールと、これら各サイドレールにおける空気流の流入側端部の相互間に形成されるクロスレールとを備えた磁気ヘッドスライダにおいて、各サイドレールの一部領域に所定の凹溝を形成し、サイドレールの凹溝を、スライダ本体の一方の面に略平行な底面と、サイドレールの表面と底面間を連結する側壁面とにより形成すると共に、底面と側壁面とのなす角を90度未満とする、という構成を採っている。

【0015】以上のように構成されたことにより、磁気ディスク装置が稼働し、磁気ヘッドスライダと記録媒体との間に進入した塵埃は、一旦凹溝に取り込まれ、その後凹溝を通過して磁気ヘッドスライダ外に排出される。このため、磁気ヘッドスライダと記録媒体との間の塵埃

のかみこみが抑制される。また、塵埃が記録再生素子を汚染することも防止される。また、塵埃が凹溝に取り込まれ、この凹溝を形成する側壁面に付着した場合でも、側壁面と底面の成す角が90より小さいため、塵埃は凹溝の側壁面と底面により形成される窪み部分に収納され、よって、塵埃塊がABS面に露出することない。

【0016】請求項2記載の発明では、サイドレールの凹溝を、サイドレールの長手方向に対して10度ないし60度傾斜した方向に延設するという構成を採り、その他の構成は請求項1記載の発明と同様である。以上のように構成されたことにより、磁気ヘッドスライダがシークのために記録媒体上を移動し、空気流にヨー角が発生した場合でも、確実に塵埃を凹溝を通して排出できる。

【0017】請求項3記載の発明では、凹溝の最小幅を少なくとも10[μm]以上とするという構成を採り、その他の構成は請求項1記載の発明と同様である。以上のように構成されたことにより、少なくとも発生した塵埃は凹溝に取り込まれ外部に排出される。また、記録媒体と磁気ヘッドスライダ間の正圧力も確実に保持できる。

【0018】請求項4記載の発明では、凹溝におけるサイドレールの表面から底面までの深さを5[nm]ないし50[nm]とするという構成を採り、その他の構成は請求項1記載の発明と同様である。以上のように構成されたことにより、発生した塵埃は確実に凹溝に取り込まれ外部に排出される。また、記録媒体と磁気ヘッドスライダ間の正圧力も確実に保持される。

【0019】請求項5記載の発明では、サイドレールに形成されている凹溝の開口面積の割合を、サイドレール及びクロスレールの全面積の3/5以下とするという構成を採り、その他の構成は請求項1記載の発明と同様である。以上のように構成されたことにより、サイドレールの内ABS面として機能する面積が所定値以上に維持される。このため、磁気ヘッドスライダと記録媒体の間に適切な正圧力が生じ、磁気ヘッドスライダの浮上量が所定値に維持される。

【0020】請求項6記載の発明では、スライダ本体及びサイドレールを、Si、Al₂O₃TiC、SiC、SiN、CaTiO₃のいずれかひとつの材料から構成するという構成を採り、その他の構成は請求項1記載の発明と同様である。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。

【0022】図1及び図2は、本発明にかかる磁気ヘッドスライダを示す。図1(A)は磁気ヘッドスライダをサイドレールのABS面側から見た図である。また、図2は図1(A)中のA-A線における断面図を示す。図1に示すように、磁気ヘッドスライダ1は、所定の記録再生素子6を担持すると共に、稼働時に一方の面の近傍

に所定の空気流10が流入して通過するスライダ本体1aと、このスライダ本体1aの一方の面に空気流10に沿って予め形成した少なくとも一対のサイドレール2a, 2bと、このサイドレール2a, 2bの空気流の流入側端部11の相互間に形成されるクロスレール4とを備え、各サイドレール2a, 2bの一部領域に所定の凹溝3が形成されている。そして、サイドレールの凹溝は、スライダ本体の一方の面に略平行な底面と、サイドレールの表面と底面間を連結する側壁面とにより形成されると共に、底面と側壁面とのなす角は90度未満となっている。

【0023】以下詳細に説明すると、スライダ本体1aは例えば材質はSiから構成されており、その平面形状は略矩形で所定の厚みを有する板状である。そして、空気流10に沿った方向が長い長方形形状である。但し、正方形に形成する場合や空気流10の流れと垂直方向を長く形成するようにしても良い。

【0024】また、スライダ本体1aの一方の面には、空気流10に沿って一対のサイドレール2a, 2bが予め形成されている。このサイドレール2a, 2bは、図示しない記録媒体（磁気ディスク）との相互間でABS（Air bearing surface）面として機能するものである。本実施形態では、スライダ本体1aの左右両端にサイドレール2a, 2bが配置されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、左右両端部から少し中心側に形成するようにしても良い。また、本実施形態では空気流10の流れに平行に形成されているが、サイドレール2a, 2b自体を空気流10の方向に対してわずかに傾斜させるようにしてもよい。

【0025】また、スライダ本体1aの空気流10の流入側の端部には所定のクロスレール4が形成されている。このクロスレール4は、より詳しくはサイドレール2a, 2bの先端部の相互間に形成されている。このため、サイドレール2a, 2b及びクロスレール4によって、スライダ本体1aの一方の面にコ字状の隆起部が形成される。

【0026】磁気ヘッドスライダ1の一対のサイドレール2a, 2bには、空気流10の流入端11から流出端12に向かい、且つスライダ本体1aの中心から左右に向かって斜めに凹溝3が延設されている。ここで、図1のA-A線における断面図を示す図2から判るように、凹溝3の断面は凹溝3の側壁面3aと凹溝3の底面3bのなす角3c、即ち、凹溝3の側壁面3aの傾斜角度が90度より小さくなるように形成されており、凹溝3は側壁面3a方向に窪んだ形状になっている。これにより、凹溝3自体は全体として略台形状となっている。尚、本実施形態の凹溝3は左右対称の台形状になっているが、本発明はこれに限定されるものではなく、左右非対称の形状であってもよい。

【0027】次に凹溝3の開口部の形状の変形例につい

て図面を参照して説明する。図3から図7は、本発明を適用した磁気ヘッドスライダをABS面側から見た図である。図3において、形成される凹溝23の方向は、凹溝23の延設方向とサイドレール22a, 22bの長手方向とのなす角22が、10度以上60度以下であることが好ましい。

【0028】この角度22が10度より小さい場合や60度より大きい場合は、磁気ディスク装置の稼働時に、磁気ヘッドスライダに対して空気流10のヨー角がついた状態では、凹溝23による塵埃の排出効果が弱まるためである。ここで、ヨー角について簡単に説明すると、磁気ヘッドスライダ21が図示しない記録媒体上をシークする場合に、磁気ディスクを半径方向に移動する。このとき、磁気ヘッドスライダ21はヘッド支持アーム（図示略）によって支持されているので、シークに伴って空気流10の流れと磁気ヘッドスライダ21の長手方向との間に僅かな角度差が生じる。即ち、空気流10は磁気ヘッドスライダの長手方法に対してわずかに斜めに流れる。このときの角度をヨー角という。

【0029】ここで、凹溝23の幅および深さそして凹溝の本数は、磁気ヘッドスライダ21の大きさ、サイドレール（ABS面）22a, 22bの形状によって最適値を持つが、凹溝23の最小幅は10〔μm〕以上であることが好ましい。また、凹溝23の深さ（底面からサイドレールの表面まで）は50〔nm〕以下であることが好ましい。その理由は、これ以外の範囲では塵埃排出効果が弱まり、なおかつ磁気ヘッドスライダ21の浮上特性を均一に保つことが困難になるためである。

【0030】また、凹溝23の本数は凹溝23の幅によっても異なるため、特に制限されることはない。しかし、凹溝23の開口面積は、サイドレール22a, 22bとクロスレール4を加えた総面積の3/5以下であることが好ましい。これは、余り広い面積の凹溝を形成した場合には、磁気ディスク（図示略）とABS面との間の正圧力が弱まり、磁気ヘッドスライダ21自体の記録媒体に対する浮上量が著しく低下するためである。

【0031】また、凹溝の形状は、図4に示したように、磁気ヘッドスライダ31の中央部から外側に向かい徐々に凹溝33の幅が変化する形状であってもよい。また、図5に示すように、サイドレール42a, 42bの各凹溝43の形状は相互に均一である必要はなく、それぞれ異なった形状であってもよい。また、両サイドレール42a, 42bでの凹溝43の形状の左右対称性については特に制限はなく、図4に示すように、左右対称であってもよいし、図6に示すように非対称に形成してもよい。特に図6は、各凹溝53がサイドレール52a, 52bの長手方向に対して、それぞれ同一の傾斜角度で形成されている場合である。

【0032】また、磁気ヘッドスライダの記録再生素子は、図1に示すように、サイドレール2a, 2bの空気

流10の流出端12に配設されている。この記録再生素子6は、各サイドレール2a、2bのいずれか一方にのみ装備しても良いし、または両方に装備してもよい。更には、図7に示すように、磁気ヘッドスライダ61の空気流10の流出端12の概略中央部に記録再生素子66が搭載されたセンターパッド67を設けるようにしても良い。

【0033】また、磁気ヘッドスライダの材質は、磁気ヘッドスライダの形状に加工可能な材料であれば特に制限されない。より詳細には、Siが好ましい。これは、ABS面および凹溝の形状に関して微細な加工に適しているからである。また、 $Al_2O_3 \cdot TiC$ 、 $CaTiO_3$ 、 SiC 、 SiN などでもよい。これらの材料は、磁気ヘッドスライダに一般に利用されているため、機械的耐久性および加工性に優れ、加工条件を比較的容易に選択できるからである。

【0034】次に、図1の磁気ヘッドスライダ1の動作について図面を参照して説明する。磁気ディスク装置（図示略）の稼働中には、空気流10の流入端11側から流出端12側に向かって磁気ヘッドスライダ1と記録媒体（図示略）との間に進入した塵埃の大部分は、凹溝3に取り込まれた後、凹溝3の延設方向に沿って誘導され、凹溝3内を通過して磁気ヘッドスライダ1の外に排出される。仮に、塵埃が凹溝3の側壁面3aに付着した場合でも、凹溝3の側壁面3aと凹溝3の底面3bとから形成される窪み部分に塵埃が格納される。

【0035】よって本発明によれば、磁気ヘッドスライダ1と記録媒体との間に進入した塵埃は、凹溝3を通過して磁気ヘッドスライダ1の外へ排出されるため、磁気ヘッドスライダ1が記録媒体との間に塵埃をかみ込むことがなくなり、いわゆるヘッドクラッシュおよび記録媒体との吸着現象を有効に防止でき、磁気ディスク装置の信頼性が向上する。

【0036】また、発生した塵埃が凹溝3に付着した場合でも、凹溝3の断面が略台形状に形成されているので、塵埃がABS面に露出することがなくなる。このため、ABS面近傍に塵埃が付着することもなく、磁気ヘッドスライダ1の浮上特性を長期間にわたり安定化させることができる。また、塵埃が記録再生素子6に付着することもなく、記録再生動作が確実に行われる。よって、磁気ディスク装置の信頼性が向上する。

【0037】次に、本発明の第2の実施形態について図面を参照して説明する。図8を参照すると、凹溝83の側壁面83aは一定の角度で傾斜した構造でなくとも、図8に示すように段階的に窪んだ形状であってもよい。このような形状であれば、磁気ヘッドスライダ81と記録媒体（図示略）との間に進入した塵埃は磁気ヘッドスライダ81の外に排出されると共に、塵埃塊は側壁面83aに付着しても、ABS面（ABS面）には突出しない。

【0038】より詳しくは、凹溝83の側壁面83aと底面83bとは、底面83b近傍では相互のなす角が略直角となっている。しかしながら、凹溝83を形成する側壁面83aの一部分を延長した方向と凹溝83の底面83bとのなす角は、90度より小さくなっている。本実施形態では、側壁面83aの中間領域に上記した傾斜部83dを設けると共に、凹溝83のサイドレール82aの表面近傍の側壁面については、底面83bとのなす角が90度より僅かに小さい角度となっている。以上のように構成した場合、凹溝83の側壁面83aに塵埃が付着した場合でも、ABS面に塵埃塊が突出することはない。

【0039】

【実施例】以下に、本発明の具体的実施例を図を参照して詳細に説明する。図9から図12は本発明にかかる磁気ヘッドスライダを用いた場合の、磁気ディスク装置の機械的耐久性試験結果である。

【0040】磁気ヘッドスライダは、Siを基板材料として作成し、ABS面の加工およびチャンファステップ（空気流の流入端）の加工は、Arガスを用いたイオンミリングにより行った。イオンミリング加工において、Arガスのガス圧は0.2 [mTorr]、加速電圧は500 [V]、電流密度は0.6 [mA/cm²]の各条件で行った。

【0041】また、凹溝の加工は反応性イオンエッチングにより行い、反応ガスとして CF_4 を用い、添加ガスに O_2 をそれぞれ用い、高周波電力100 [W]、電力密度1.3 [W/cm²]、ガス圧0.02 [Torr]の条件で加工を行った。凹溝の底面と側壁面とのなす角は、それぞれのガスの分圧及びエッチング時間を各種調整することにより変化させた。

【0042】図9は、凹溝の深さを30 [nm]、凹溝の幅を100 [μ m]に設定し、凹溝の底面と側壁面とのなす角をパラメータとして変化させた場合の、磁気ヘッドスライダの機械的耐久性試験を行った試験結果を示す図表である。この機械的耐久性試験の条件としては、記録媒体の全トラックにわたる72時間の繰り返しシーク試験（以下「シーク試験」という）と、0.2 [Torr]の減圧条件で24時間同一トラックについて接触摺動試験（以下「摺動試験」という）を行い、それぞれ試験についてヘッドクラッシュの頻度を調べた。

【0043】図9に示すように、凹溝の底面と側壁面とのなす角が90度以上では、シーク試験時または摺動試験時の磁気ヘッドスライダと記録媒体との接触により発生した塵埃が凹溝の側壁面に堆積し、これがサイドレールのABS面近傍に生じ、ヘッドクラッシュが発生した。特に、摺動試験のような連続した摺動状態ではその影響が顕著に見られた。

【0044】一方、凹溝の底面と側壁面とのなす角が90度より小さい場合は、いずれの機械的耐久性試験にお

いても、ほとんどヘッドクラッシュが起こらず、良好な機械的耐久性を示した。また、機械的耐久性試験の前後で記録再生特性を調べた結果、凹溝の底面と側壁面とのなす角が90度未満の範囲では、試験の前後で記録再生特性の低下は見られなかった。これは、凹溝の形状により塵埃が磁気ヘッドスライダの外へ排出され、或いは凹溝の側壁面の窪み部に塵埃が適切に収納され、記録再生素子に塵埃が付着することがないことに起因する。

【0045】次に、第2の実施例として、上記第1の実施例と同様にして作製した磁気ヘッドスライダにおいて、凹溝の深さをパラメータとして変化させて、機械的耐久性試験を行った場合の結果について説明する。ここで、凹溝の底面と側壁面とのなす角は80度、凹溝の幅は100[μm]である。

【0046】図10は凹溝の深さに対する各機械的耐久性試験におけるヘッドクラッシュ率を示した図表である。凹溝の深さが浅い場合には、凹溝の容積が小さく塵埃の排出効果が弱いためヘッドクラッシュが発生した。また、凹溝の深さが50[nm]を越える場合は、磁気ヘッドスライダ自体の記録媒体に対する浮上量が低下し、浮上量の均一性も悪化したため、機械的耐久性が著しく悪化した。一方、凹溝の深さが10[nm]から50[nm]の範囲においては、ヘッドクラッシュは発生せず、磁気ディスク装置の機械的耐久性を向上させることができる。

【0047】次に、第3の実施例として第1の実施例と同様にして作製した磁気ヘッドスライダを用いて、凹溝の幅をパラメータとして変化させた場合の、機械的耐久性試験結果について、図11に基づいて説明する。使用した磁気ヘッドスライダは、凹溝の底面と側壁面とのなす角は80度、凹溝深さは30[nm]である。図11から判るように、凹溝の幅が狭い場合は、凹溝内での塵埃の流動性が悪く、塵埃がサイドレールの表面近傍の側壁面に堆積しやすいため、特に摺動試験で機械的耐久性が悪化した。また、サイドレールに凹溝を設けると、サイドレールのABS面と記録媒体との相互間に生じる正圧力が低下するため、凹溝の幅が余り広い場合には浮上量が低下する。これにより、シーク時に磁気ヘッドスライダが記録媒体と強く接触するようになり、シーク時の機械的耐久性が悪化した。

【0048】図11に示すように、凹溝の幅が10[μm]以上200[μm]以下の範囲においては機械的耐久性が向上した。尚、凹溝の幅の上限値は磁気ヘッドスライダ全体の大きさおよび凹溝の本数に依存する。当該機械的耐久性試験に用いた磁気ヘッドスライダの大きさは、長手方向の長さが約1.3[mm]、短手方向長さが1.0[mm]、厚さは0.3[mm]であり、凹溝の本数は両側のサイドレールについてそれぞれ3本であった。この場合、凹溝の幅が200[μm]を越えると、磁気ヘッドスライダの一方の面からみた凹溝の開口

総面積は、サイドレール及びクロスレールを加えた総面積の約60%以上となる。このことにより、良好な機械的耐久性を実現するためには、凹溝の幅の上限値は、サイドレール及びクロスレールの総面積に対し、凹溝の総面積が60%以下となる広さを一つの目安とすべきであると言える。

【0049】また、この機械的耐久性試験に供した磁気ヘッドスライダを用いて、10万回のCSS(コンタクトスタートアンドストップ)試験を行ったところ、凹溝の幅が400[μm]以下で良好なCSS特性を示した。ここで、良好なCSS特性とは、磁気ヘッドスライダが記録媒体に吸着しないことをいう。

【0050】凹溝の有無についてCSS特性を比較すると、凹溝を設けない場合、すなわち凹溝の幅が0[μm]の場合は、試験の前後で動摩擦係数および静摩擦係数の増加率はそれぞれ34%および60%であった。しかしながら、凹溝を設けた磁気ヘッドスライダの場合には、試験の前後での各摩擦係数の増加率は最大でもそれぞれ22%および37%であった。このように、本発明は磁気ヘッドスライダと記録媒体との間の摩擦力を低減し、記録媒体に対する磁気ヘッドスライダの吸着を防止する効果がある。

【0051】次に、第4の実施例として、既に図3に示した磁気ヘッドスライダを用い、サイドレールの長手方向に対する凹溝の傾斜角度をパラメータとして種々変化させた場合の、機械的耐久性試験の結果を図12に基づいて説明する。

【0052】ここで、磁気ヘッドスライダは第1の実施例と同様にして作製した。即ち、凹溝の底面と側壁面とのなす角は80度、凹溝の深さは30[nm]、凹溝の幅は100[μm]である。図12は、凹溝の各傾斜角度に対する機械的耐久性試験におけるヘッドクラッシュ率を示す図表である。この図12から判るように、凹溝のサイドレールの長手方向に対する傾斜角度が60度を超える場合には、いずれの試験においてもヘッドクラッシュが発生した。

【0053】これは、記録媒体上をシークする場合に、磁気ヘッドスライダが記録媒体の半径方向に移動し、この結果磁気ヘッドスライダに対して空気流にヨー角がついた場合に、塵埃が十分に排出されなくなるためと考えられる。従って、凹溝のサイドレール長手方向に対する傾斜角度が60度以下の範囲で、機械的耐久性が向上する。

【0054】次に、第5の実施例として、Al₂O₃TiCを基板材料として磁気ヘッドスライダを作成し、本発明を適用した結果について説明する。ABS面の加工およびチャンファステップの加工は、第1の実施例と同様の条件で、Arイオンミリングにより行った。また、凹溝の加工は高周波誘導結合型プラズマエッチングにより、反応性ガスにCF₄を用いて行った。

【0055】ここでは、凹溝の深さは40[nm]、凹溝の幅は200[μm]、凹溝の底面と側壁面とのなす角は85度で構成された磁気ヘッドスライダと、凹溝が全く形成されていない磁気ヘッドスライダを比較のために用いた。また、両磁気ヘッドスライダにおいて、ABS面の形状は両者とも同一である。上記した両磁気ヘッドスライダを用いた機械的耐久性試験では、凹溝を設けた磁気ヘッドスライダの場合は、シーク試験、摺動試験のいずれの機械的耐久性試験においてもヘッドクラッシュは生じなかった。

【0056】一方、全く凹溝を設けない場合のヘッドクラッシュ率は、シーク試験において約10%、摺動試験において約33%であった。すなわち、 Al_2O_3TiC 材からなる磁気ヘッドスライダに対しても、所定の凹溝を設けることにより機械的耐久性が向上した。また、 SiC 、 SiN 、 $CaTiO_3$ 、フェライト、 ZrO_2 からなる磁気ヘッドスライダに対しても同様の効果を生じる。

【0057】以上の実施例に示した磁気ヘッドスライダを用い、10万回のCSS試験を行った結果、良好なCSS特性を示すことが確認されている。また、機械的耐久性試験の前後で記録再生素子の記録再生特性が悪化することはなかった。

【0058】本発明の特定の実施例において、凹溝の形成方法は反応性ガスに CF_4 と O_2 を用いた反応性イオンエッチングと、 CF_4 を用いた高周波誘導結合型プラズマエッチングであったが、本発明は特にその方法に限定されることなく、例えば反応性ガスとしては、上記ガス以外にも、 CCl_2F_2 、 C_2F_6 、 NF_3 、 SF_6 、 CB_rF_3 等、添加ガスとして O_2 以外に H_2 、 C_2H_6 、 Cl_2 、 C_1 、およびこれらを混合したものが利用できる。

【0059】また、加工方法としては、リアクティブイオンビーム加工、レーザーアシストエッチング、ECRプラズマエッチング、ヘリコン波プラズマエッチングおよびウェットエッチングなどの加工法を利用してもよい。

【0060】本発明の特定の実施例では、各サイドレールに3本の凹溝が設けられた磁気ヘッドスライダについて記述したが、本発明は凹溝の本数に特に限定されるものではないことは明らかである。また、本発明は磁気ヘッドスライダのABS面の保護被膜の有無によらず、同様の効果がある。さらに、本発明は磁気ヘッドスライダの全体の大きさによらず効果があることは明らかである。

【0061】

【発明の効果】本発明は、以上のように構成され機能し、請求項1記載の発明によれば、サイドレールに所定の凹溝を設け、この奥部の底面と側壁面とのなす角を90度未満としたので、磁気ヘッドスライダと記録媒体との相互間に進入した塵埃を凹溝を通して磁気ヘッドスラ

イダ外へ排出することができる。このため、磁気ヘッドスライダと記録媒体との接触摺動により発生する塵埃の影響による磁気ディスク装置の機械的耐久性悪化を有効に防止することができる、という優れた効果を生じる。また、凹溝を形成したことにより、記録媒体との接触面積が減少するため相互間の摩擦力が低減され、吸着現象が有効に防止される、という優れた効果を生じる。また、塵埃が凹溝の側壁面に付着した場合でも、凹溝の窪み部に塵埃が収納されるため、ABS面に塵埃塊が突出することがない、という優れた効果を生じる。

【0062】請求項2記載の発明では、凹溝をサイドレールの長手方向に対して所定の傾斜角方向に延設したので、凹溝に取り込まれた塵埃塊が円滑且つ効率よく磁気ヘッドスライダの外部に排出される、という優れた効果を生じる。

【0063】請求項3記載の発明では、凹溝の最小幅を10[μm]以上としたので、発生した塵埃を凹溝内に確実に取り込んで磁気ヘッドスライダの外部に排出することができる、という優れた効果を生じる。

【0064】請求項4記載の発明では、凹溝の深さを所定範囲としたことで、塵埃塊を排出するための十分な凹溝の容積を確保できると共に、記録媒体との間に生じる正圧力を適正に保持できるので磁気ヘッドスライダ自体の記録媒体に対する浮上量を均一に保つことができる、という優れた効果を生じる。

【0065】請求項5記載の発明では、凹溝の開口面積をサイドレールとクロスレールの面積の3/5以下としたので、磁気ヘッドスライダと記録媒体との相互間に生じる空気流の正圧力を十分に保持でき、磁気ヘッドスライダを安定して浮上させることができる、という優れた効果を生じる。

【0066】更に、請求項6記載では、磁気ヘッドスライダをSi等の材料を用いて形成することとしたので、性能及び強度に優れた磁気ヘッドスライダを安価に構成することができる、という優れた効果を生じる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す図であり、図1

(A)は磁気ヘッドスライダをサイドレール側から見た平面図であり、図1(B)は磁気ヘッドスライダを空気流の流出端側からみた側面図である。

【図2】図1に開示した磁気ヘッドスライダの凹溝を示す断面図である。

【図3】本発明の磁気ヘッドスライダの変形例を示す平面図である。

【図4】本発明の磁気ヘッドスライダの他の変形例を示す平面図である。

【図5】本発明の磁気ヘッドスライダの他の変形例を示す平面図である。

【図6】本発明の磁気ヘッドスライダの他の変形例を示す平面図である。

【図7】本発明の磁気ヘッドスライダの他の変形例を示す平面図である。

【図8】本発明の他の実施形態を示す断面図である。

【図9】凹溝の底面と側壁面のなす角を変数としたときのヘッドクラッシュの発生割合を示す図である。

【図10】凹溝の深さを変数としたときのヘッドクラッシュの発生率を示す図である。

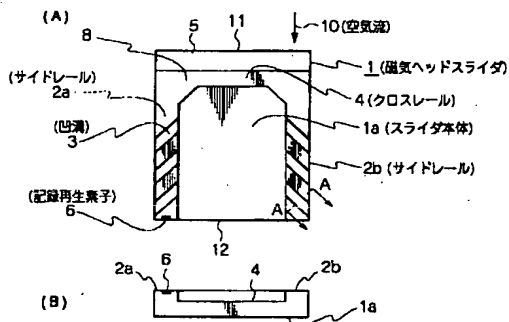
【図11】凹溝の幅を変数としたときのヘッドクラッシュの発生率を示す図である。

【図12】凹溝の延設方向とサイドレールの長手方向とのなす角を変数としたときのヘッドクラッシュの発生率を示す図である。

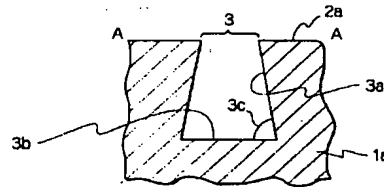
【符号の説明】

- 1 磁気ヘッドスライダ
- 2 a, 2 b サイドレール
- 3 凹溝
- 3 a 側壁面
- 3 b 底面
- 3 c 側壁面と底面のなす角
- 4 クロスレール
- 6 記録再生素子
- 10 空気流
- 11 空気流入端
- 12 空気流出端

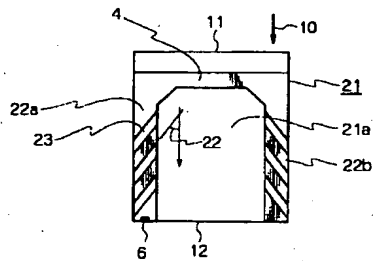
【図1】



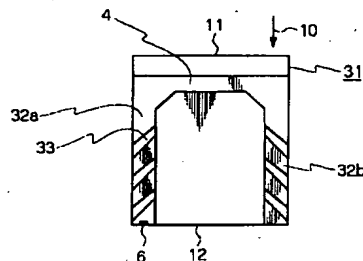
【図2】



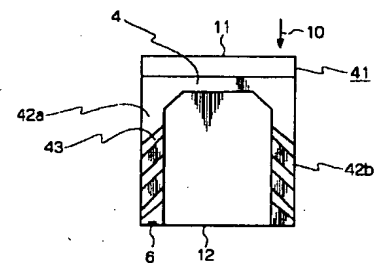
【図3】



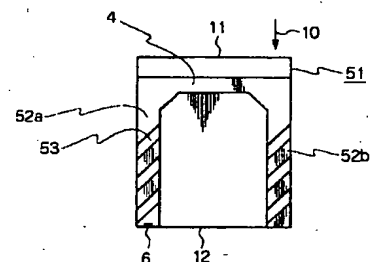
【図4】



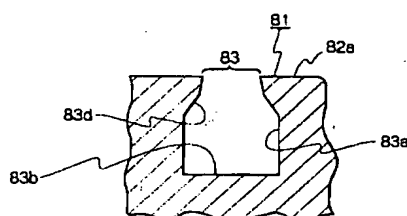
【図5】



【図6】



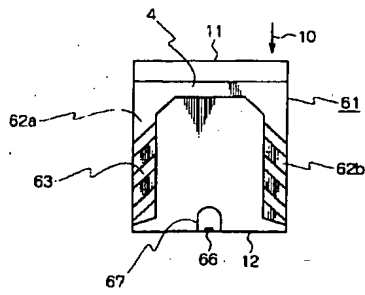
【図8】



【図9】

傾斜角(度)	クラッシュ数/試験数	
	シーク試験	ランダム試験
140	4/5	3/3
120	4/5	4/5
100	2/5	1/5
90	1/5	2/10
80	0/8	0/10
70	1/20	0/15
65	0/15	0/15
60	0/20	0/15

【図7】



【図10】

溝深さ(μm)	クラッシュ率(%)	
	シーク試験	掃動試験
0	20	60
3	0	20
5	0	0
10	0	0
30	0	0
50	0	0
60	40	20
70	80	33

【図11】

溝幅(μm)	クラッシュ率(%)	
	シーク試験	掃動試験
0	20	75
5	20	50
10	0	0
20	0	0
50	0	0
100	0	0
200	0	0
250	30	0
300	30	0
400	70	10

【図12】

溝角度(度)	クラッシュ率(%)	
	シーク試験	掃動試験
10	0	0
30	0	0
45	0	0
60	0	0
75	33	10